

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

CLIPPEDIMAGE= JP402154991A

PAT-NO: JP402154991A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02154991 A

TITLE: HEAT TRANSFER WALL, HEAT TRANSFER TUBE AND HEAT TRANSFER BODY FLOW  
PASSAGE

PUBN-DATE: June 14, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIINA, KOJI

NAKAMURA, SHOZO

NAKAYAMA, HISASHI

ITO, MASAOKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP63307507

APPL-DATE: December 5, 1988

INT-CL\_(IPC): F28F001/10; F28F003/00 ; F28F013/02 ; F28F013/16

US-CL-CURRENT: 165/177

ABSTRACT:

PURPOSE: To eliminate a heat resistant layer and improve heat transfer efficiency by a method wherein a multitude of hair-type projecting bodies, swingable by the flow of heat transfer fluid and flexible, is established on a heat transfer surface contacting with the heat transfer fluid.

CONSTITUTION: The movement of heat is generated by a method wherein heat transfer fluid A flows on the heat transfer surface 3 of a wall body 2, on which small diametral fibers 4 are flocked and the small diametral fibers 4 as well as the heat transfer surface 3 contribute together to the transfer of the heat. Good heat transfer performance is obtained by the fin effect of the small diametral fibers 4. The small diametral fibers 4, flocked on the heat transfer surface 3 of the rigid wall body 2, are soft and flexible and, therefore, they are swung by the flowing force of the flow 6 of the heat transfer fluid A and are laid on the heat transfer surface 3. When the flow speed of the flow 6 is changed due to the pulsation and the like of a driving source sending the heat transfer fluid A, restoring force is exerted by the recovering force of the small diametral fibers 4 going to stand up whereby the small diametral fibers 4 generate one kind of swinging phenomena. The flow 6 is disturbed near the heat transfer surface 3 by said bahavier and a heat resistant layer is eliminated whereby heat transfer efficiency from the heat transfer surface 3 of the wall body 2 to the heat transfer fluid A may be improved.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-154991

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>F 28 F 1/10  
3/00  
13/02  
13/16

識別記号

3 0 1 A  
Z

庁内整理番号

7380-3L  
7380-3L  
7380-3L  
7380-3L

④公開 平成2年(1990)6月14日

審査請求 未請求 請求項の数 23 (全13頁)

⑭発明の名称 伝熱壁および伝熱管ならびに伝熱体流路

⑯特 願 昭63-307507

⑰出 願 昭63(1988)12月5日

⑱発明者 椎 名 孝 次 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑱発明者 中 村 昭 三 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑱発明者 中 山 恒 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑱発明者 伊 藤 正 昭 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑲出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳代理人 弁理士 富田 和子

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

伝熱壁および伝熱管ならびに伝熱体流路

## 2. 特許請求の範囲

## 1. 伝熱流体に接して熱交換する伝熱壁において、

伝熱流体に接する伝熱面に、伝熱流体の流れによりゆらぎ揺動可能な可撓性のある毛状の突起体を多数立設したことを特徴とする伝熱壁。

## 2. 伝熱流体に接して熱交換する伝熱壁において、

伝熱流体に接する伝熱面に、該伝熱面から伝熱流体の流れ内に立ち上がる可撓性のある毛状の突起体を多数立設したことを特徴とする伝熱壁。

## 3. 伝熱流体に接して熱交換する伝熱壁において、

伝熱流体に接する伝熱面に、該伝熱面から伝熱流体の流れの境界層を突き抜けて延びる可撓性のある毛状の突起体を多数立設したことを特徴とする伝熱壁。

## 4. 請求項1、2または3記載の伝熱壁が管壁を

形成し、伝熱面である該管壁の内面および／または外面に毛状の突起体を多数立設したことを

特徴とする伝熱管。

## 5. 毛状の突起体を多数立設した伝熱面が、空気、水、油、単成分冷媒等単成分の伝熱流体の单相流を臨むことを特徴とする請求項1、2または3記載の伝熱管。

## 6. 毛状の突起体を多数立設した伝熱面が、水、油、単成分冷媒の組み合わせまたは混合冷媒等複数成分による複相流を臨むことを特徴とする請求項4記載の伝熱管。

## 7. 毛状の突起体を多数立設した伝熱面が、複数種類の冷媒を混合して成る混合冷媒が凝縮現象を伴いながら流れる伝熱流体を臨むことを特徴とする請求項4記載の伝熱管。

## 8. 毛状の突起体を多数立設した伝熱面が、複数種類の冷媒を混合して成る混合冷媒が沸騰現象を伴いながら流れる伝熱流体を臨むことを特徴とする請求項4記載の伝熱管。

## 9. 伝熱流体の流路内に伝熱面から離して電極を設置し、該電極と管壁との間に、毛状の突起体を起立させる程度の電圧を印加するようにした

- ことを特徴とする請求項4から8のいずれかに記載の伝熱管。
10. 印加する電圧を周期一定の波形としたことを特徴とする請求項9記載の伝熱管。
11. 印加する電圧を、位相を変化させた周期不定の波としたことを特徴とする請求項9記載の伝熱管。
12. 伝熱流体の流路内に伝熱面から離して磁極を設置し、該磁極と管壁との間に、毛状の突起体を起立させる程度の磁界を発生させるようにしたことを特徴とする請求項4から8のいずれかに記載の伝熱管。
13. 毛状の突起体は伝熱壁と同一または異なる材質の金属繊維、あるいは有機質または無機質の繊維であることを特徴とする請求項1, 2または3記載の伝熱壁。
14. 毛状の突起体の先端部に枝毛を設けたことを特徴とする請求項13記載の伝熱壁。
15. 毛状の突起体を巾広断面の筒状にしたことを特徴とする請求項13または14記載の伝熱壁。
16. 伝熱流体の流れ方向に植毛密度を変化させて毛状の突起体を多数立設したことを特徴とする請求項13, 14または15記載の伝熱壁。
17. 伝熱流体の流れ方向に毛状の突起体の高さを変化させて多数立設したことを特徴とする請求項13から16のいずれかに記載の伝熱壁。
18. 発熱体であるICチップの発熱面を臨んで伝熱流体の流路を形成し、伝熱流体と接する伝熱面を有するよう請求項1, 2または3記載の伝熱壁を設けたことを特徴とする伝熱体流路。
19. 燃料電池のセパレータ内のアノードガスあるいはカソードガスを伝熱流体とし、該伝熱流体と接する伝熱面を有するよう請求項1, 2または3記載の伝熱壁を設けたことを特徴とする伝熱体流路。
20. プレート式熱交換器のプレートの表面を伝熱面として請求項1, 2または3記載の伝熱壁を設けたことを特徴とする伝熱体流路。
21. シェルチューブ式熱交換器の伝熱管の内面および/または外面を伝熱面として請求項1, 2

または3記載の伝熱壁を設けたことを特徴とする伝熱体流路。

22. 冷凍サイクルの構成要素である凝縮器内の伝熱面を対象として、請求項1, 2または3記載の伝熱壁を設けたことを特徴とする伝熱体流路。
23. 冷凍サイクルの構成要素である蒸発器内の伝熱面を対象として、請求項1, 2または3記載の伝熱壁を設けたことを特徴とする伝熱体流路。
3. 発明の詳細な説明

#### [産業上の利用分野]

本発明は空調用・自動車用エアコン、ターボ冷凍機用および冷蔵庫用の蒸発器あるいは凝縮器、一般の熱交換器、さらには冷却用の伝熱流体に適した伝熱壁、伝熱管、伝熱流路に関する。

#### [従来の技術]

従来、冷凍装置では単一の冷媒を用いるものが一般的であり、熱交換器である凝縮器や蒸発器等で熱交換の効率を上げるために伝熱管として第29図に示すような伝熱促進管20が使用されている。

伝熱促進管20は管体21の内面に流体の流れを乱す方向に多数のリブ22, 22…を立設して溝付としたものが一般的であり、さらに高性能化した二次元リブ、三次元リブ付管や溝付き管もある。この管内リブ付きあるいは溝付き管の代表的なものは「Webb, R. L. et al; Heat Transfer and Friction in Tubes with Repeated-rib Roughness; Int. J. Heat Mass Transfer, Vol. 14, pp.601~617」に記載されている。本構造は単一の冷媒の单相流の伝熱促進管とし一般に用いられるが、管内凝縮あるいは管内蒸発においても同様に乱れの生成に必要なリブ22付きの構造となっている。

従来多く用いられている単一冷媒は、オゾン層破壊、毒性、可燃性等々の問題を呈するに至り、これらの代替冷媒として混合冷媒を作動流体として用いることが考えられている。

そこで、本構造の内面溝付管を用いて、試料に混合冷媒と単一冷媒を採用した場合の伝熱性能の概要を第30図に示す。この図は混合冷媒として、

フロンR22とR114を用いた場合の混合割合に対する管内凝縮熱伝達率の変化を示している。

この図でわかるように、単一成分冷媒の場合に比べて混合冷媒になると伝熱性能を表わす管内凝縮熱伝達率が非常に低下している。この原因として、最初に高沸点冷媒(R114)が伝熱面上に凝縮し、その上部を低沸点冷媒ガス(R22)が覆い、主流を流れる高沸点冷媒ガス(R114)の凝縮を阻害する熱抵抗となるのではないかと考えられている。したがって、混合冷媒特有の問題として、凝縮・沸騰どちらの場合においても伝熱面近傍に相変化のために抵抗となる層が存在する。これらの抵抗層を乱し、一様に濃度拡散しなければ、混合冷媒の伝熱性能は向上しない。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

上記のように、従来の単一冷媒に適する伝熱管である伝熱促進管は、混合冷媒の蒸発・凝縮現象において熱伝達の抵抗となる層を攪拌するための伝熱促進法の点について配慮がされておらず、今後フロン規制により種々の混合冷媒が開発されて

数立設した伝熱壁により達成される。

また、単成分の伝熱流体の单相流、または複数成分の伝熱流体の複相流を伝熱壁の毛状の突起体を多数立設した伝熱面が臨む伝熱管により達成される。

また、複数種類の冷媒を混合して成る混合冷媒が凝縮現象または沸騰現象を伴いながら流れる伝熱流体を、毛状の突起体を多数立設した伝熱面が臨む伝熱管により達成される。

また、伝熱管内あるいは伝熱管群間へ電極を設置し、電極と伝熱管との間に高電圧を印加し、伝熱管の伝熱面上の毛状の突起体にゆらぎを与える伝熱管により達成される。

また、伝熱管内あるいは伝熱管群間へ磁極を設置し、磁極と伝熱管との間に磁界を発生させ、伝熱管の伝熱面上の毛状の突起体にゆらぎを与える伝熱管により達成される。

また、伝熱壁に多数立設した毛状の突起体を、金属繊維、有機質または無機質の繊維とし、その先端部に枝毛を設け、あるいは巾広断面の箔状に

きた場合に冷媒の多様化に対して好適な伝熱管とするには性能の点で限界が生ずるという問題点があった。

本発明の目的は、単一冷媒の代替冷媒として最適な混合冷媒を作動流体として用いる蒸発器又は凝縮器等に用いる伝熱管等において、これら伝熱管の性能を従来の単一冷媒用伝熱管よりも高性能にする伝熱壁およびそれによる伝熱管および伝熱流路を提供することにある。

本発明の他の目的は、複数冷媒等による複層流だけでなく単一冷媒等による単層流のばあいでも、流れを乱すことにより伝熱効率を上げることができるようにした伝熱壁、伝熱管および伝熱流路を提供することにある。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、伝熱壁の伝熱面に、伝熱流体の流れの中でゆらぎ振動可能な可撓性のある毛状の突起体を多数立設した伝熱壁により達成される。

また、伝熱壁を管壁とした伝熱管の内面あるいは外面の伝熱面に可撓性のある毛状の突起体を多

し、あるいは伝熱流体の流れ方向に植毛密度を変化させまたは毛状の突起体の高さを变化させた伝熱壁により達成される。

また、ICチップの伝熱面が臨む伝熱流路に、毛状の突起体を多数立設した伝熱面を有する伝熱壁を設け、あるいは、燃料電池のセパレータ内のアノードガスまたはカソードガスを伝熱流体として、それと接する毛状の突起体を多数立設した伝熱面を有する伝熱壁を設け、あるいは、プレート式熱交換器のプレートの表面を伝熱面として毛状の突起体を多数立設した伝熱壁を設け、あるいは、シェルチューブ式熱交換器の伝熱管の伝熱面に毛状の突起体を多数立設した伝熱壁を設けた伝熱流路により達成される。

また、冷凍サイクルの構成要素である凝縮器または蒸発器内の伝熱面に毛状の突起体を多数立設した伝熱壁を設けた伝熱流路により達成される。

#### 〔作用〕

伝熱面に多数立設された毛状の突起体は、伝熱流体の流れの中でゆらぎ振動可能であり、駆動源

の脈動等による伝熱流体の流速の変化により自立し、あるいはゆらぐ。このゆらぎ振動により伝熱流体の流れが乱され、伝熱が促進され、また、伝熱面と伝熱流体の本流との間の熱抵抗層がこわされ、伝熱効率が向上する。

伝熱流体の流れの中に立ち上がり、あるいは境界層を突き抜けて延びた毛状の突起体は、本流から伝熱面に近接した位置までの伝熱流体の流れを乱し、熱抵抗層の形成を抑えとともに、形成された熱抵抗層を壊す。

この作用は混合冷媒等による複相流の場合に、凝縮現象あるいは蒸発現象の際、沸点の差から成分が分離しがちになって熱抵抗層が形成される場合に特に有効である。

電圧を印加し、あるいは磁界を形成することにより毛状の突起体は起立し、電圧のかけ方あるいは磁界の発生の方角に応じて突起体はゆらぐ。

すなわち、例えば、伝熱流体があるモル分率で混合された混合冷媒であって管内凝縮する場合、まず伝熱管の毛状の突起体を多数立設した内壁面

の近傍に高沸点冷媒液が凝縮し、その凝縮液上面に低沸点冷媒ガスが熱抵抗層として存在する。そして、主流は未だ凝縮していない高沸点冷媒ガスで満たされている。

そこで、電極と伝熱管の管壁との間に電荷をかけると、流れの中をゆらいでいた毛状の突起体は流れに垂直方向に起立し、上記熱抵抗層を損押し、主流に向かって温度拡散が活発となる。この結果、主流の高沸点冷媒ガスが凝縮し、その後流れ下流方向で低沸点冷媒ガスも凝縮するようになる。

印加する電圧は正弦波、矩形波等のように規則的に変化させ、あるいは、位相を変えて周期不定に変化させれば有効に熱抵抗層を解消させることができる。

毛状の突起体は、直毛でなく枝毛付きとしたり箱状にしたりして適切なものにでき、流れ方向に植毛密度を変化させたり、毛状の突起体の高さを変化させたものでは、流れに従い変化する伝熱流体の状況に応じた作用をさせることができる。

さらに、ICチップの冷却用に伝熱流路を設け、

燃料電池の動作ガスを伝熱流体として伝熱流路を設け、プレート式熱交換器の伝熱流路を対象とし、シェルチューブ式熱交換器の伝熱流路を対象とした伝熱面に毛状の突起体を多数立設した伝熱壁から有効に熱を移動させ、冷却効率また熱交換効率を向上させることができる。

(以下余白)

#### [実施例]

以下、本発明の実施例を図面により説明する。

第1図および第2図は本発明の一実施例を示している。

伝熱壁1は、剛な壁体2の表面が伝熱面3をなしており、伝熱面3に多数の柔な細径繊維4、4…が植毛により多数立設されて成る。伝熱面3は伝熱流体Aの伝熱体流路5を臨んでおり、細径繊維4は毛状の突起体であって、伝熱流体Aの流れ6内に立ち上がっている。

細径繊維4は、太さが例えば35μ程度の金属製であり流れ6の流速によりゆらぎ振動可能な程度の可撓性を有している。また、高さは伝熱流体Aの流れ6の境界層を突き抜ける程度まで延びていることが望ましい。

上記構成を有する伝熱壁1では、細径繊維4のフィン効果および流体力によるゆらぎと細径繊維4の復元力により、伝熱面3近傍の伝熱促進の作用がなされる。

すなわち、第2図に示すように、細径繊維4を

植毛した壁体2の伝熱面3上を伝熱流体Aが流れ6を形成して流れることにより熱移動が生じ、細径繊維4と伝熱面3とがともに熱伝達に寄与する。この細径繊維4のフィン効果により良好な伝熱性能が得られる。

剛な壁体2の伝熱面3に植毛された細径繊維4は、柔で可撓性を有するから、伝熱流体Aの流れ6により伝熱流体の流れ力によりなびいて伝熱面3に寝かせられる。伝熱流体Aを送る駆動源の脈動等により流れ6の流速が変化すると、細径繊維4の起立しようとする回復力により復元力が働き、細径繊維4は一種のゆらぎ現象を生ずる。この挙動により伝熱面3の近くで流れ6がかき乱され、熱抵抗層が解消し、壁体2の伝熱面3の伝熱流体Aへの伝熱効率が向上する。

要するに、伝熱壁1の伝熱特性は細径繊維4のゆらぎ現象とフィン効果により伝熱促進が図られる。なお、壁体2の両面を伝熱面とし、両面に細径繊維4を植毛してもよいことはいうまでもない。

第3図は前記伝熱壁1を伝熱管に応用した場合

の実施例を示している。

第3図(a)に示すものは、任意形状の断面をした伝熱管1aであって、管壁が前記構造の伝熱壁1により構成されている。すなわち、内側の伝熱体流路5a内の伝熱流体Aの流れ6aに立ち上がるよう内壁面である壁体2の伝熱面3aに細径繊維4を植毛したものである。細径繊維4の高さは例えば管径の10~20%程度である。

第3図(b)に示すものは、任意形状の断面をした伝熱管1bであって、管壁が前記構造の伝熱壁2により構成され、外側の伝熱体流路5bの伝熱流体Bの流れ6bに立ち上がるよう外壁面である壁体2の伝熱面3bに細径繊維4を植毛したものである。

第3図(c)に示すものは、任意形状の断面をした伝熱管1cであって、管壁が前記構造の、伝熱壁2により構成され、内外の伝熱体流路5a, 5bの伝熱流体A, Bの流れ6a, 6bに立ち上がるよう内外の壁面である壁体2の伝熱面3a, 3bに細径繊維4, 4を植毛したものである。

上記3種の伝熱体流路は全て任意な流路形状とすることが可能であり、伝熱促進を図りたい伝熱流体を対象として、(a)の管内のみの場合、

(b)の管外のみの場合、(c)の管内外両方の場合が考えられ、これらの伝熱面上に細径繊維4を植毛する構造としたものである。

第4図は、任意形状の流路を有する伝熱管の代表的構造として、管の断面形状を円形としたものであり、第5図は、管の断面形状を角形としたもので、判り易くするため両図とも第3図に示す伝熱管と符号を共通にして示してある。

第1図~第5図において、伝熱流体Aの流れ6aおよび伝熱流体Bの流れ6bの伝熱流体としては、空気、水、油および単成分冷媒のような単成分伝熱流体を单相流で使用する場合と、水、単成分冷媒および混合冷媒のように沸騰あるいは凝縮のような相変化を伴う二相流あるいはそれ以上の複相流で使用する場合のどちらも可能である。

以上で説明した構成の伝熱管を採用した場合、性能向上が最も顕著である混合冷媒が伝熱流体で

ある場合についてその動作を説明する。

動作のポイントは、伝熱管内を混合冷媒が沸騰あるいは凝縮を伴いながら二相流で流れる際、伝熱管内に植毛された細径繊維4にゆらぎ現象を起し、それにより混合冷媒の沸騰・凝縮を阻害する熱抵抗となる層を停滞することがないように主流と混ぜ合わせ、濃度拡散を活性化させることである。

例えば、混合冷媒として、高沸点冷媒にR12、低沸点冷媒にR22を用いた場合について説明する。

第6図は系の圧力Pを一定とし、共沸混合物として高沸点媒体にR12、低沸点媒体にR22を用いた場合の混合冷媒の気液平衡図を示す。

例えば、点A1から点B1まで温度を下げてから凝縮する場合を考える。点B1で高沸点媒体のガスが凝縮し始め、さらに温度を下げて点Mの温度 $T=1$ の時を考えると、液相濃度 $x_1$ 、気相濃度 $y_1$ の平衡状態を保っている。そしてさらに温度を下げて点C1に達すると、液相濃度 $x_2$ 、気相濃度 $y_2$ の状態となり、ほぼ凝縮が完了している。

この点C 1より温度を下げて点Dへ向うと、あとは、純粋な混合冷媒の液相のみとなる。

上記の気液平衡図において、凝縮過程としては、点Mのような共沸混合物の平衡状態にあり、気相線と液相線とに囲まれる領域内で混合物が気液両相に分かれている状態である。

第7図は管内凝縮の場合を示している。第7図(a)は細径繊維4が起立していない場合であり、伝熱流体である混合冷媒7は凝縮過程の途中で、伝熱管1aの内面である伝熱面から、最初に凝縮した高沸点冷媒液7a、熱抵抗である低沸点冷媒ガス7d、そして中心部を流れる高沸点冷媒ガス7bのように分布している。この時、細径繊維4は流れに沿ってなびいているだけである。

ところが第7図(b)のように細径繊維4が復元すると植毛された細径繊維4は流れに垂直方向に起立する。この植毛した細径繊維4を大きく起立させるには伝熱管に高電圧をかければ効果的である。細径繊維4のゆらぎ現象により、第7図(a)に示すような高沸点冷媒液7aをおおい、

停滞している低沸点冷媒ガス7dを乱し、攪拌することにより、主流への濃度拡散および混合が活発となり、凝縮伝熱が促進される。

第8図は管内沸騰(蒸発)の場合を示している。第8図(a)は細径繊維4が起立していない場合であり、混合冷媒7は沸騰過程の途中で、伝熱管1aの内面である伝熱面から、最初に沸騰する低沸点冷媒液7c、熱抵抗となる高沸点冷媒液7a、そして中心部を流れる低沸点冷媒ガス7dのように分布している。この時、細径繊維4は流れに沿ってゆらいでいるだけである。

一方、第8図(b)のように柔い細径繊維4が復元すると植毛された細径繊維4は流れに垂直方向に起立する。この植毛した細径繊維4をさらに大きく起立させるには伝熱管に高電圧をかければ効果的である。それにより、第8図(a)に示すように低沸点冷媒液7cをおおい停滞していた高沸点冷媒液7aを乱し、攪拌することにより、主流への濃度拡散および混合が活発となり、沸騰(蒸発)伝熱が促進される。

次に本発明の他の実施例を第9図から第14図により説明する。

第9図に示すものは、伝熱壁1の壁体2の伝熱面3に植毛した細径繊維4をさらに大きく起立させるため、伝熱面3から間隔をあけた位置に電極8を設置し、電極8側をアースEにとり、壁体2の側に所定の周期で変動する高電圧V1をかける。そうすると、高電圧を印加しているときは伝熱流体Aの流れ6が伝熱面に沿って流れていても細径繊維4は伝熱流体の流れ力に押し倒されずに電界効果により壁体面に垂直に起立し、電圧の変化に従ってゆらぐことになる。

このように細径繊維4が起立したり倒れてゆらぐことにより、伝熱面上のフィン効果および流れの乱れ促進による熱抵抗層破壊が活発になり、伝熱流体の種類をいかに問わず、伝熱促進が図られる。

第10図は、円形断面構造の伝熱管1aで壁体2の内面である伝熱面3aに細径繊維4を植毛した場合の実施例を示している。動作原理は第9図

の場合と同様である。

第11図の電位と細径繊維4との相関図に示すように、電位 $V=0$ (V)の時、植毛は電荷を帯びていないので、細径繊維4は伝熱流体Aの流れ6aによりなびき、伝熱面3a上に沿って横たわっている。一方、電位が $V=V_h$ (V)の時、植毛は電荷を帯びているので、細径繊維4は伝熱面3b上に起立する。

また、第12図は細径繊維4を伝熱管1bの外側である伝熱面3bに植毛した場合である。電極8は伝熱管1b群を構成する管群間内に設置する。また、この場合、管外凝縮、管外沸騰(蒸発)として用いると効果的である。

次に、第13図は細径繊維4を伝熱管1cの内外の伝熱面3a、3bに植毛した場合である。管内外のどちらを混合冷媒である伝熱流体AまたはBが流れてもよいが、この図では管内を混合冷媒が流れている例を示している。

また、第14図は第10図に示す実施例と同様に管内1b側へ細径繊維4が植毛された場合であ



るが、伝熱管1b側をアースEにとり、電極8側に負の高電位V2をかけた場合である。

ここで、第15図および第16図により高電圧のかけ方について説明をする。

一般に第9図から第13図までに示すように、電極8をアースEにし、伝熱面3または伝熱管1a, 1b, 1cの伝熱面3a, 3bに正の高電圧V1として正弦波またはステップ波形をかける。かけ方としては、第15図に示すように、正弦波a1またはステップ波形b1を一定周期で与える場合と、第16図のように位相差を付けて不規則な不定周期で正弦波a2またはステップ波形b2を与える場合がある。

また、以上で説明した外力として、高電圧V1をかけて植毛された細径繊維4に電荷を与える方法以外に、ここで用いた電極8の代わりに磁極を用いて磁界をかける方法がある。この時の伝熱面には壁体、伝熱管内、伝熱管外、そして伝熱管内外の両方の場合があり、いずれも電極による電界効果と同じく磁極による磁界効果を考えており、

また、第21図は植毛密度は変えず、植毛された細径繊維4の高さが流れ方向に沿って小さくなるよう高さを変化させて植毛したものである。

いずれの場合も流れ方向に管内凝縮が進む過程において、気相割合が100%~0%へと変化する場合には第20図あるいは第21図のようにして使用するのが適切となる。また状態によってはこの逆の場合も考えられる。

次に、実際の矩形流路や伝熱円管の内側あるいは外側に金属の細径繊維を植毛する方法について説明する。なお、基本的な植毛の方法は“東大生産技術研究所公開報告書「金属短繊維の静電植毛技術」(東大・生技研; 野口裕之他3名著)”に掲載されている。

この植毛技術を利用して植毛繊維を伝熱面に接合する方法として、プラズマ溶射法、スポット溶接法、ハンダ付けおよび接着剤の利用がある。これら4種類の接合方法の中から、ハンダ付けの方法を用いた場合の植毛および接合法について、第22図および第23図を用いて説明する。

植毛された細径繊維4のフィン効果と植毛のゆらぎを強制的に起立させて伝熱面上の伝熱流体を攪拌する作用がある。

次に伝熱面に植毛する細径繊維の材質および種類を説明する。

第17図に示すものは、最も単純なものであって、金属の細径繊維4である。

第18図に示すものは、繊維の先端部に枝毛を設けた細径繊維4aである。

第19図に示すものは、巾広断面の薄膜の筒状とした細径繊維4bである。

ここで用いた細径繊維は伝熱壁1の壁体2と同一材質あるいは異種材質のどちらでもよいが、極力熱伝導率が高いことが望ましい。設計上許せる場合は、有機質、無機質の繊維を使用することができる。

さらに第20図はほぼ同じ高さの細径繊維4を流れ方向に沿って密から疎へ植毛密度を変化させて植毛し、伝熱流体の状態に応じたフィン効果ならびにゆらぎ効果を得ようとするものである。

まず、第22図に示すようにある程度薄い金属伝熱板9に電荷をかけて金属の細径繊維4を起立させて植毛し、これら植毛繊維をハンダ10により接合する。これを第23図に示す表面が平滑な伝熱管11aに円周方向に巻いて、これらの間をさらにハンダ10a付けする。すると、第12図に示すような管外表面に植毛した状態ができる。伝熱面は伝熱板9の表面となる。

次に、以上のようにして伝熱面あるいは伝熱管の表面に細径繊維を植毛したものの具体的応用例について説明する。

第24図はプリント基盤11上に配置した半導体ICチップ12の冷却に細径繊維4を植毛した伝熱壁1を設置したものである。

この場合の流れ6を形成する伝熱流体Aは、空気、水、低沸点冷媒等のいずれの場合でも可能である。半導体の実装密度が高まるにつれ、ICチップ12を発熱体とみなした場合の冷却および温度コントロールが重要な問題となっており、細径繊維4を植毛した伝熱壁を用いて伝熱促進を

図ろうとするものである。

第25図は火力、原子力発電に代わる新エネルギー発電プラントとして注目されている燃料電池のスタック内を示している。

電気化学反応を生ずるためには、電解質13、アノード13a、カソード13bをはさんで上下のセパレータ14内にアノードガス14aとカソードガス15aとが流れる必要がある。このアノードガス14aとカソードガス15aを伝熱流体とし、それらが流れる伝熱体流路14b、15b内の内面を伝熱面として金属の細径繊維4を植毛したものである。

アノードおよびカソードガス流路である伝熱体流路14b、15bに植毛付伝熱面を採用して伝熱促進を図ることにより、セパレータ14内への熱移動が活発になる。すなわち、電解質13を含めた両者の流路14b、15b内で発生した熱を効率良くセパレータ14の平面方向と高さ方向へ移動させることにより、各スタック内の機器の温度分布を均一にし、製品寿命および電池性能を向

上させている。

また、第26図は低温低圧用に開発されているプレート式熱交換器の一部分を示している。

図に示すように、通常各プレート16は乱流促進を図るためプレート表面に波型の構造をとっている。そして、これらプレート16表面を伝熱面として金属の細径繊維4を植毛してさらに伝熱促進を図るものである。なお、プレート16表面が波形でなく平板構造でも可能であることはいうまでもない。

また、第27図はシェル・チューブ式熱交換器の伝熱管の内側および外側に金属の細径繊維4を植毛した場合を示している。

シェル17内に設置された伝熱管束18は第28図に示すように伝熱管が三角形配列をしている。

(a)は、伝熱管1aの内面に金属の細径繊維4を植毛したものである。(b)は伝熱管1bの外面に金属の細径繊維4を植毛したものである。

(c)は伝熱管1cの内面および外面に金属の細径繊維4を植毛したものである。これら3種類は

伝熱管内外を流れる伝熱流体の種類により適宜決定する。

その他、ターボ冷凍機、冷蔵庫、ルームエアコンおよびカーエアコン等で用いられている蒸発器および凝縮器の伝熱器に植毛付伝熱管を採用すると伝熱促進による性能が向上する。この場合、伝熱流体には単成分冷媒、混合冷媒等があり、両者とも使用できるが、本文中の説明の如く混合冷媒用凝縮および沸騰伝熱管として使用すれば最も効果が大きいと考えられる。

#### [発明の効果]

本発明によれば、伝熱面に植毛された細径繊維がそれ自体でフィンとして作用するとともに、伝熱流体の流れにより、あるいは、電氣的、磁氣的にゆらぎ現象を起させ、細径繊維のゆらぎにより伝熱流体と伝熱面との熱交換を促進し、特に伝熱流体が混合冷媒であった場合に、混合冷媒の蒸発、凝縮の際に熱抵抗となる層を乱して伝熱が促進され、熱交換効率の良い伝熱壁および伝熱管ならびに伝熱体流路を提供することができる。

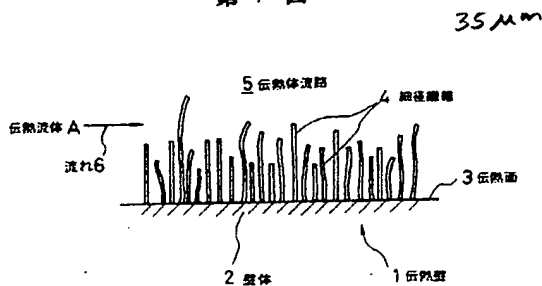
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係る伝熱壁の断面図、第2図は同じく斜視図、第3図は伝熱管の各種実施例の斜視図、第4図は円形断面をした伝熱管の実施例を示す断面図、第5図は同じく角形断面のものの断面図、第6図は伝熱流体が混合冷媒である場合の特性図、第7図は混合冷媒が凝縮熱伝達をする場合の模式図、第8図は同じく沸騰熱伝達をする場合の模式図、第9図は伝熱壁に電極を配設した実施例を示す概念図、第10図は伝熱管に電極を配設した実施例の概念図、第11図は植毛と電位の相関図、第12図は電極を配設した他の伝熱管に係る実施例の概念図、第13図および第14図は同様に他の実施例を示す概念図、第15図および第16図は印加する電圧波形の説明図、第17図、第18図および第19図は細径繊維の各種態様にかかる実施例の概念図、第20図および第21図は伝熱体流路の流れ方向に沿って細径繊維の植毛状態を変化させた伝熱管の各種実施例の縦断面図、第22図および第23図は細径

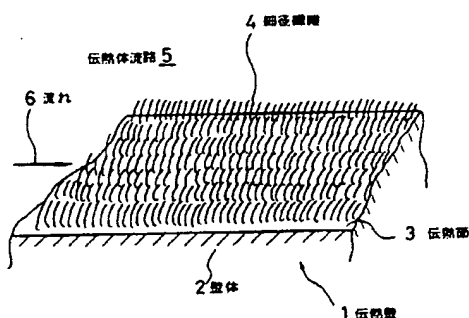
繊維の植毛方法の説明図、第24図はICチップの冷却に伝熱体流路を形成する応用例を示す斜視図、第25図は燃料電池への応用例を示す斜視図、第26図はプレート式熱交換器への応用例を示す縦断面図、第27図および第28図はシェルチューブ式熱交換器への応用例の説明図、第29図は従来例に係る伝熱管の縦断面図、第30図は単成分冷媒と混合冷媒の伝熱性能比較の概要を示す線図である。

1…伝熱壁、1a～1c…伝熱管、2…壁体、  
3…伝熱面、4～4b…細径繊維（毛状の突起体）  
5～5b…伝熱体流路、6～6b…伝熱流体の流れ、7…混合冷媒の流れ、7a…高沸点冷媒液、  
7b…高沸点冷媒ガス、7c…低沸点冷媒液、  
7d…低沸点冷媒ガス、8…電極、9…伝熱板、  
11…基盤、12…半導体ICチップ、13…電解質、13a…アノード、13b…カソード、  
14…セパレータ、14a…アノードガス、  
14b…アノードガス流路、15a…カソードガス、  
15b…カソードガス流路、16…プレート。

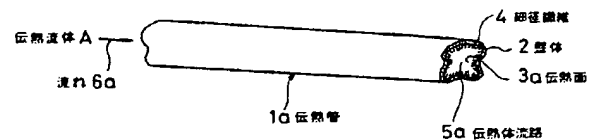
第1図



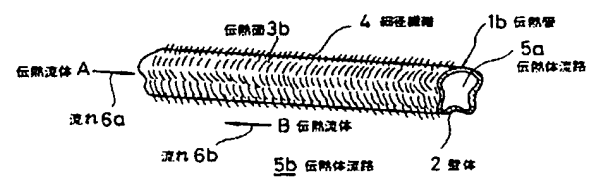
第2図



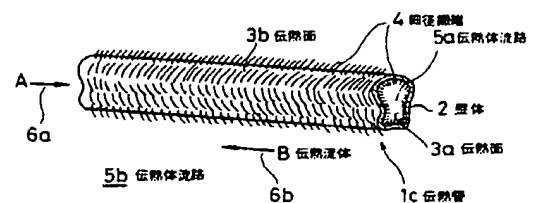
第3図(a)



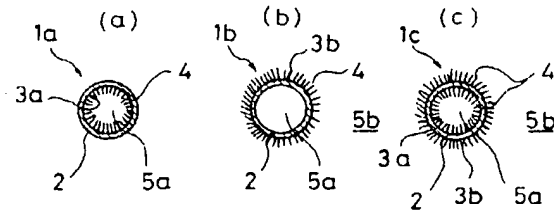
第3図(b)



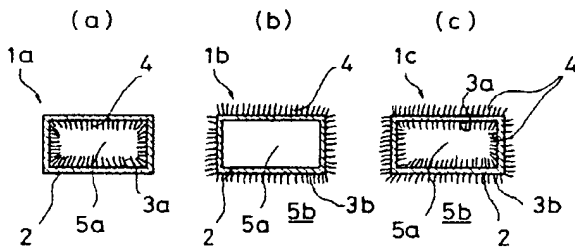
第3図(c)



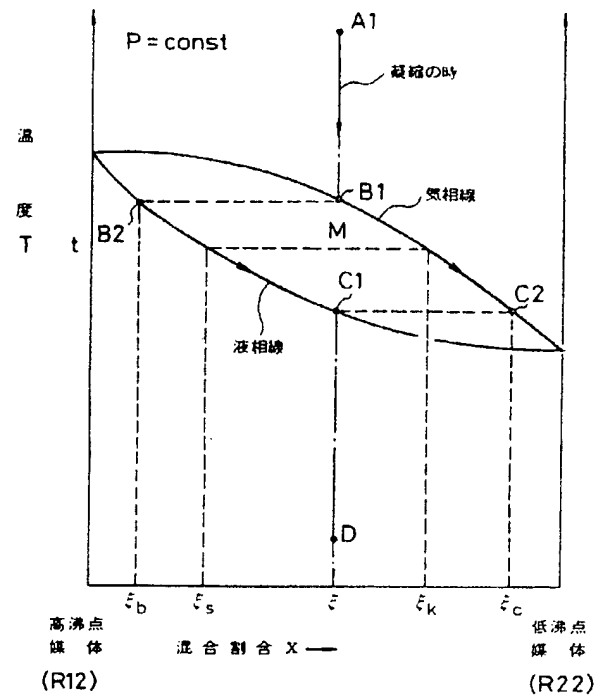
第 4 図



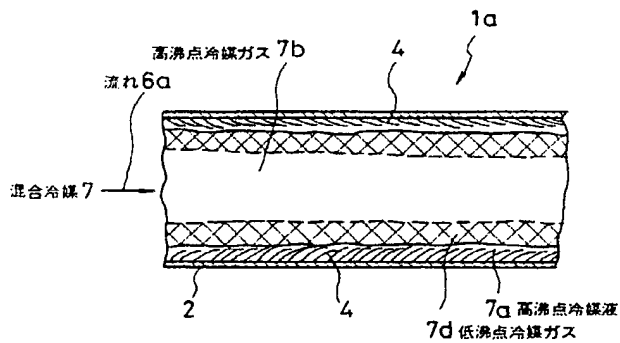
第 5 図



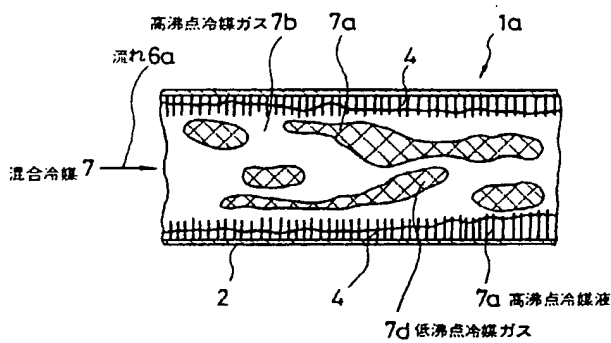
第 6 図



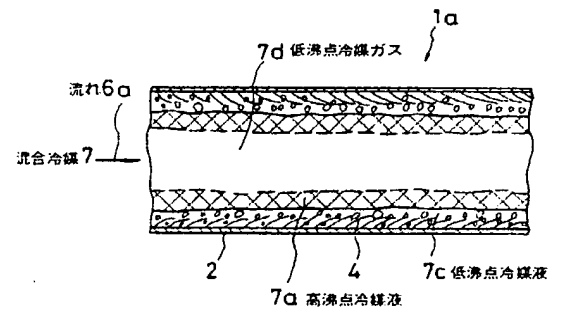
第 7 図 (a)



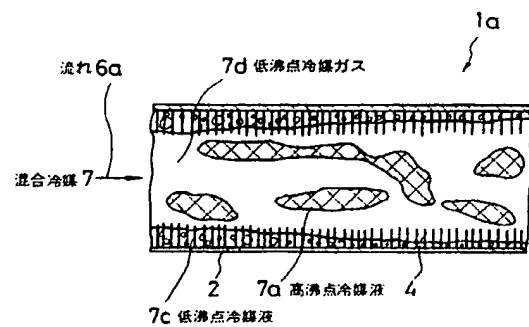
第 7 図 (b)



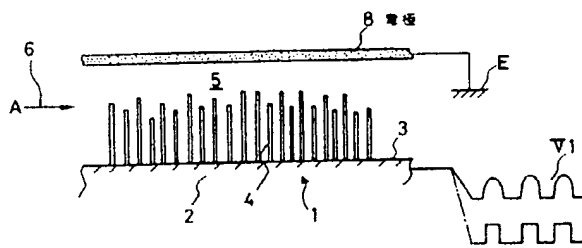
第 8 図 (a)



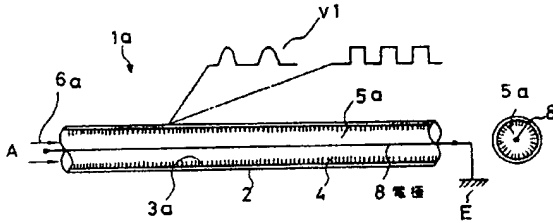
第 8 図 (b)



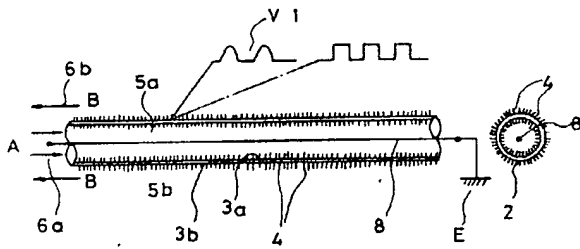
第 9 圖



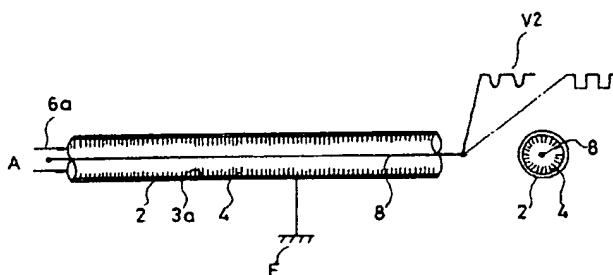
第 10 圖



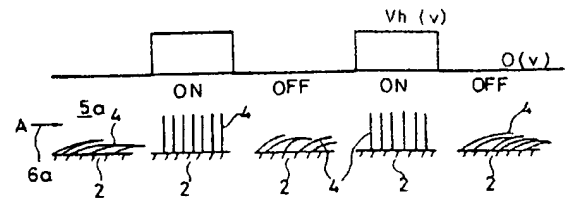
第 13 圖



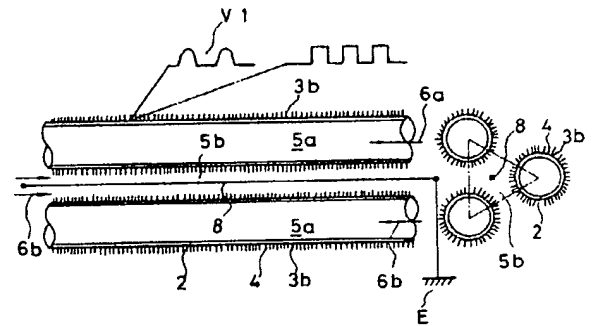
第 14 圖



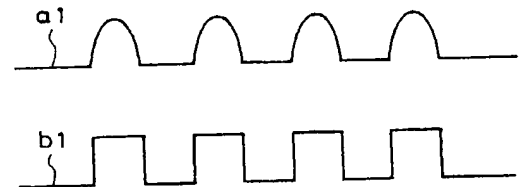
第 11 圖



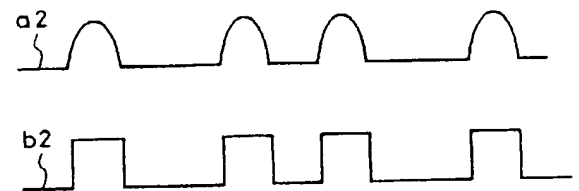
第 12 圖



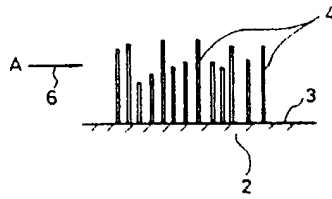
第 15 圖



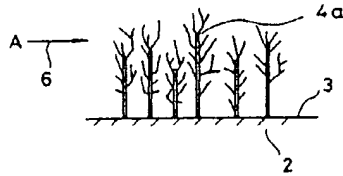
第 16 圖



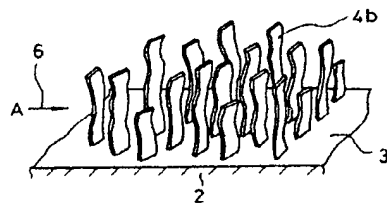
第 17 図



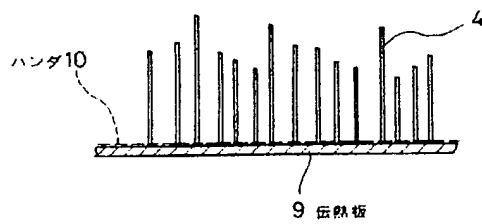
第 18 図



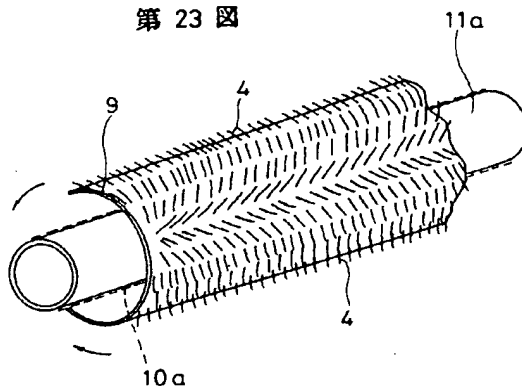
第 19 図



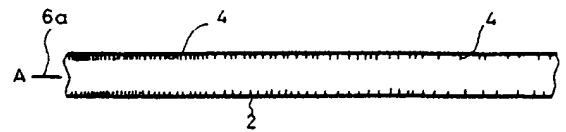
第 22 図



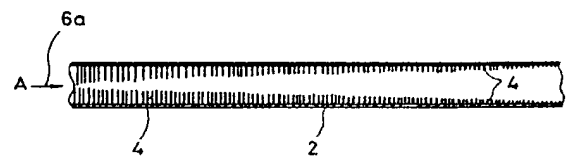
第 23 図



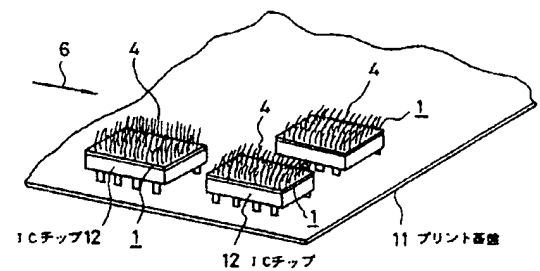
第 20 図



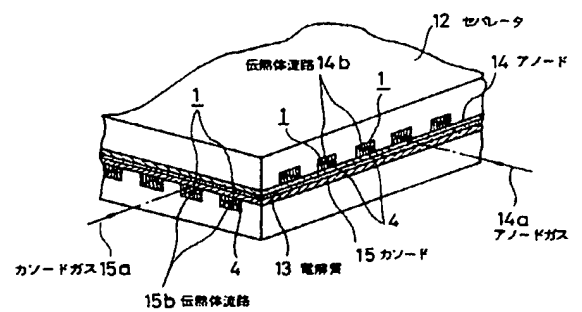
第 21 図



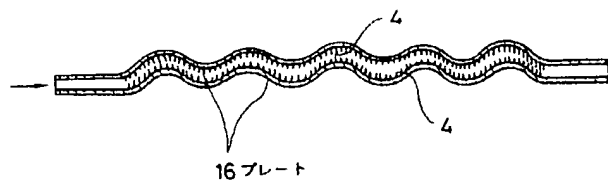
第 24 図



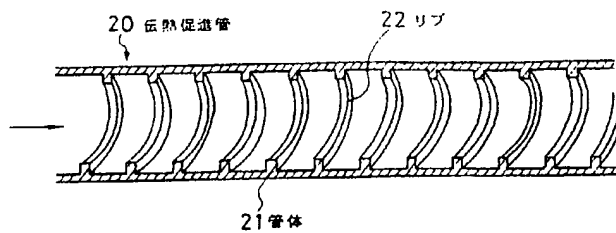
第 25 図



第 26 図

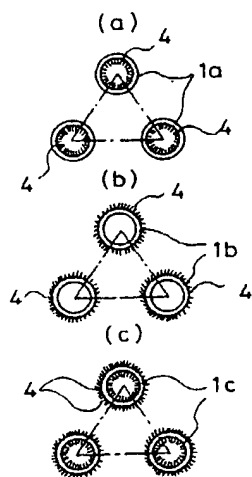
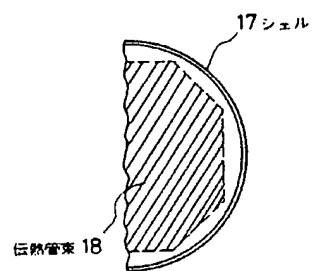


第 29 図



第 28 図

第 27 図



第 30 図

